

VALORISATION DES PRODUITS, SOUS-  
PRODUITS ET DECHETS DE LA PETITE ET  
MOYENNE INDUSTRIE DE TRANSFORMATION DU  
MANIOC EN AMERIQUE LATINE

CONTRAT CEE/STD3 N° TS3-CT92-0110

RAPPORT SEMESTRIEL D'ACTIVITES  
PERIODE DU 1/11/1993 AU 30/4/1994

Coordination générale : Dany GRIFFON

Collaboration scientifique : Nadine ZAKHIA

## Rapport semestriel d'activités

Période du 1 novembre 1993 au 30 avril 1994

Titre du projet :

VALORISATION DES PRODUITS, SOUS-PRODUITS ET DECHETS, DE LA PETITE ET MOYENNE INDUSTRIE DE TRANSFORMATION DU MANIOC, EN AMERIQUE LATINE

### I - RAPPEL GENERAL

#### a) Objectifs globaux du projet :

Afin d'offrir au secteur de première transformation du manioc, à petite et moyenne échelle, les moyens de renforcer les marchés existants ou de créer de nouveaux débouchés, tout en minimisant l'impact sur le milieu ambiant, les objectifs du projet consistent à :

- . identifier des variétés de manioc répondant aux critères technologiques des utilisateurs et potentiellement intéressantes ;
- . améliorer les propriétés physico-chimiques, fonctionnelles et nutritionnelles des farines ou amidons de manioc et de leurs dérivés ;
- . développer des produits nouveaux de seconde transformation et évaluer leur faisabilité technico-économique ;
- . Offrir des alternatives technologiques compatibles avec les moyens technico-économiques en termes de traitement et de valorisation des déchets.

#### b) Activités de recherche

Les activités prévues concernent cinq opérations de recherche majeures :

##### Opération n° 1

**Matière première, procédés de transformation et qualité des farines et amidons de manioc**

(responsable J. WENAHM - NRI)

Cette opération consiste d'une part, à proposer des améliorations technologiques des

procédés de première transformation ; ces améliorations devant permettre de garantir un produit de qualité. D'autre part, cette opération vise à identifier au sein du germoplasme du CIAT, des variétés de manioc potentiellement intéressantes et à développer des méthodes simples pour la sélection de cultivars prenant en compte des critères technologiques de première ou seconde transformation

### **Opération n° 2**

#### **Traitement des déchets liquides et solides**

(responsable D. ALAZARD - ORSTOM)

Cette opération vise à comparer les rendements, l'efficacité, les coûts de production et la faisabilité de deux alternatives de traitement anaérobie des déchets à la fois solides et liquides par fermentation en milieu solide, favorisant soit la production de biogaz et de biocompost, soit la production de métabolites et d'aliments enrichis pour l'alimentation animale utilisant le même type de réacteur basés sur les procédés Transfiltre et Transpaille.

### **Opération n° 3**

#### **Bioconversions des farines et amidons de manioc**

(responsable M. RAIMBAULT - ORSTOM)

Cette opération permet de valoriser les farines et amidons de manioc sous formes de produits alimentaires présentant de nouvelles propriétés fonctionnelles ou nutritionnelles en utilisant les potentialités de microorganismes isolés lors de fermentations traditionnelles.

### **Opération n° 4**

#### **Amélioration des propriétés fonctionnelles des farines et amidons de manioc**

(responsable G. CHUZEL - CIRAD)

Cette opération concerne le développement de produits dérivés des farines et amidons de manioc répondant aux nouvelles demandes du secteur industriel alimentaire ou non alimentaire en termes de propriétés fonctionnelles, formulations et texturation.

### **Opération n° 5**

#### **Etudes de marchés et débouchés pour les nouveaux produits dérivés du manioc**

(responsable G. HENRY - CIAT)

Cette opération consiste d'une part, à réunir les informations technico-économiques nécessaires pour hiérarchiser les différents produits nouveaux en phase d'étude dans les opérations de recherche précédentes et d'autre part, à définir les produits porteurs et évaluer leurs potentialités de passage en phase de développement.



## II - EVOLUTION AU 30 AVRIL 1994

Les contributions des différents responsables scientifiques des opérations de recherche citées ci-dessus sont rassemblées en annexe. Elles constituent le rapport semestriel d'activités du projet pour la période du 1/11/93 au 30/4/94. Elles complètent le rapport scientifique de la première année du projet (1/11/92 au 31/10/93).

De nombreux résultats des travaux de recherche conduits depuis le démarrage du projet ont été présentés lors du congrès "International Meeting on Cassava Flour and Starch" qui s'est déroulé à CALI (Colombie) du 11 au 15 janvier 1994 et qui concerne donc la période de référence du présent rapport semestriel.

Ce congrès a été l'occasion de présenter devant la communauté scientifique internationale réunie (plus de 180 personnes représentant 32 pays différents) les objectifs, les avancées et les innovations de ce projet européen STD3. Grâce en particulier à la large participation des différents partenaires de ce projet, le congrès a connu un vif succès. 13 communications scientifiques et 16 posters illustrant les travaux du projet y ont été présentés. Les actes du congrès seront publiés au second semestre 1994.

Profitant de la présence à CALI de tous les responsables scientifiques des opérations de recherche de ce projet, une réunion de coordination générale a pu être organisée les 17 et 18 janvier 1994. Cette réunion a permis à chacun de faire le point sur les résultats acquis, d'évoquer les difficultés rencontrées et de préciser le programme des activités nouvelles. Les informations échangées au cours de cette réunion ont débouché sur une meilleure harmonisation des approches entre les différentes opérations de recherche pour en affiner leur complémentarité par rapport aux objectifs globaux du projet.

Le projet est à présent en pleine phase de production scientifique. Tous les équipements sont acquis et opérationnels chez les différents partenaires. Les protocoles d'expérimentation sont testés : les résultats arrivent. Certains d'entre eux conduisent déjà à des publications soumises à des revues à comité de lecture international.

Le bilan est donc très positif... une ombre cependant au tableau... Elle est liée au délai que nous enregistrons dans le déblocage des crédits de paiement de la 2ème année du projet. En effet, le traitement de notre rapport financier relatif à la 1ère année du projet (1/11/92 au 31/10/93) sollicitant le remboursement des dépenses engagées jusqu'au 31/10/93 a pris du retard.

La Commission de l'Union Européenne chargée de la gestion du projet nous a prié d'excuser ce retard en date du 5 avril dernier et nous a réclamé à cette occasion des pièces originales complémentaires que nous nous efforçons de réunir rapidement.

Nous espérons que ce retard qui pénalise l'ensemble des partenaires et qui pour certains a conduit à ralentir l'exécution des travaux de recherche exigeant des dépenses en consommables importantes, pourra être comblé au cours du prochain semestre.



D. GRIFFON  
Coordonnateur Général du projet

## ANNEXES

### RAPPORTS SEMESTRIELS PAR OPERATION DE RECHERCHE

Opération	1	pages.... 1 - 3
Opération	2	pages.... 4 - 11
Opération	3	pages.... 12 - 20
Opération	4	pages.... 21 - 27
Opération	5	pages.... 28 - 33

Opération n° 1

Matière première, procédés de transformation  
et qualité des farines et amidons de manioc

Responsable scientifique : Dr. J. WENAHM - NRI

RAPPORT PERIODIQUE D'AVANCEMENT DES TRAVAUX,  
OPERATION NO.1.

MATIÈRE PREMIÈRE, PROCÉDÉES DE TRANSFORMATION ET QUALITÉ  
DE FARINES ET AMIDONS DE MANIOC.

Responsable scientifique: Dr June Wenahm, NRI

Specific objectives of the operation

To propose improvements to primary processing to assure high product quality; to develop simple methods for cultivar selection in view of criteria for primary and secondary processing; to identify potentially useful cultivars.

Work programme for Operation 1, 1/11/93 to 31/10/94.

Results generated from Operation 1 were used to prepare two papers which were presented at the International Meeting on Cassava Flour and Starch, 11-15 January 1994.

Management sessions on the DGXII project followed the international meeting on the 17 March. During an initial general meeting of all participating organisations, reports were presented for each operation. Discussions on the results presented facilitated the development, during subsequent meetings, of the work programme for the second year of the DGXII project (1/11/93 to 31/10/94).

Planned inputs for 1994 are as follows:

- a) Laboratory preparation of starch samples from February 1994 harvest (CIAT).
- b) Evaluation of the effects of sample preparation (field versus laboratory) on the functional properties of cassava starch using Brabender amylograph (NRI, February-March).
- c) Completion of analysis of starch samples from 93/94 harvests using a variety of techniques including: granular size distribution, swelling/solubility, water binding capacity, DSC thermal analysis, amylose content (Alejandro Fernandez, NRI/University of Nottingham, January-September).
- d) Planting of ecosystem experiment to evaluate the influence of environmental factors on the quality of starch from selected cultivars (CIAT, July).
- e) Comparative study of five different methods for determining amylose/amylopectin content (Alejandro Fernandez, NRI/University of Nottingham and Christian Mestres CIRAD-CA, April-July).



f) Completion of analysis of flour samples from November 1993 harvest using a Brabender amylograph (NRI, September-October).

g) Assessment of water consumption and effluent production at a selected plant in Colombia and evaluation of the use of a hydrocyclone for reducing water consumption and effluent output. Work will be undertaken by Richard Marder (NRI) in June/July, in collaboration with CIAT and UNIVALLE.

#### Progress during the reporting period

Starch samples have been prepared from the February 1994 harvest and these are in the process of being analysed as outlined in sections c and e.

Initial comparative studies of the influence of starch preparation on quality have been completed. Brabender analysis of starch samples prepared under field and laboratory conditions have shown significant differences in the gelatinisation profiles.



Opération n° 2

Traitement des déchets liquides et solides

Responsable scientifique : Dr. D. ALAZARD - ORSTOM

## RAPPORT D' ACTIVITES SEMESTRIEL

VALORISATION DES PRODUITS, SOUS-PRODUITS ET DECHETS DE LA PETITE ET  
MOYENNE INDUSTRIE DU MANIOC EN AMERIQUE LATINE  
Contrat CEE/STD 3 N° TS 3\*-CT 92-0110

Opération n° 2: <b>Traitement des déchets liquides et solides</b>	Période du: 01/11/93 au: 30/04/94
Responsable scientifique: Didier ALAZARD	

Rappel des objectifs spécifiques de l'opération :

Comparer les rendements, l'efficacité, les coûts de production et la faisabilité de deux alternatives de traitement anaérobie des déchets solides et liquides par fermentation en milieu solide, favorisant soit la production de biogaz et de biocompost, soit la production de métabolites et d'aliments enrichis pour la production animale en utilisant le même type de réacteur basé sur les procédés Transfiltre et Transpaille.

Travaux réalisés durant la période:

La présence de tous les partenaires du programme CEE à l'occasion du Séminaire International portant sur les farines et les amidons de manioc qui s'est tenu au CIAT de Cali, du 11 au 15 janvier 1994, a permis d'organiser la réunion des participants à chacune des opérations, dans le but d'établir un programme de travail pour l'année 1994.

Une des particularités du processus d'extraction de l'amidon en Colombie est qu'il est réalisé au niveau de petites unités d'extraction et qu'aucune de ces unités ne stocke ses effluents avant de les déverser dans les rivières. Une partie des études prévues dans le cadre de ce projet nécessitent un approvisionnement constant et régulier en effluent de composition homogène. Ce sont les études de filtration à l'échelle pilote, les études de méthanisation et de production d'acide lactique et d'éthanol au niveau du laboratoire à partir de l'effluent filtré et à un degré moindre, les études de caractérisation des effluents destinées au dimensionnement du pilote. Le retard pris dans l'achèvement des travaux d'aménagement de la rallanderia pilote en Colombie ont, en conséquence, affecté un certain nombre d'études prévues lors de l'élaboration du calendrier initial des activités de recherche.

**1- RESIDUS SOLIDES**

**1. 1 - Caractérisation du résidu fibreux d'extraction de l'amidon** ("bagazo" au Brésil, "afrecho" en Colombie) et des autres résidus en vue de leur utilisation en alimentation animale; Publication des résultats déjà acquis.

**Responsables:** Marney CEREDA, FCA - UNESP, Brésil.  
Edivaldo A GARCIA, FMUJ - UNESP.

Objectifs fixés pour 1994: - Caractérisation physico-chimique des déchets de l'industrie d'extraction d'amidon et de production de farine de manioc au Brésil  
- Publication d'un livre contenant toutes les informations sur les résidus de l'industrie du manioc au Brésil: CEREDA, M. P., Industrialização da mandioca no Brazil. Editora Paulicéia, São Paulo, 1994, 174 p.

L'ouvrage de synthèse est en cours de réalisation.

**1. 2 - Utilisation des résidus solides en alimentation animale**

**Responsable:** Edivaldo A GARCIA, FMUJ - UNESP, Brésil.

Cette ligne de travail a été définie lors de la réunion de janvier et il est trop tôt pour disposer d'éléments pour ce rapport.

## 2- RESIDUS LIQUIDES

### 2. 1 - Optimisation de la production de biomasse oléagineuse de *Trichosporum*

SP:

**Responsables:** Gilvan WOSIACKI, UEPG, Ponta Grosso, PR, Brésil.  
Claudio CISTA, IB, UNESP, Campus de Rubião Júnior, SP, Brésil.

Objectifs fixés pour 1994: - Identification des souches de *Trichosporum*. isolées de la "manipueira"  
- Définition des conditions optimales de culture pour la production de biomasse oléagineuse.

Criblage du souchier de *Trichosporum*

Les souches de *Trichosporum* précédemment isolées de la "manipueira" et sélectionnées pour leur aptitude à produire des matières grasses ont été testées. La collection comprend 46 souches. Une tentative de classification a été conduite selon le profil électrophorétique du contenu protéique des souches et selon des méthodes enzymatiques. Ces souches présentent une homogénéité importante au niveau phénotypique. Seulement quelques petites différences ont été trouvées au niveau génomique. Bien qu'un certain nombre de souches n'aient pas encore été testées, il semble qu'elles fassent partie d'un cluster homogène.

Optimisation de la phase de production de lipides.

Les conditions de croissance de ces souches ont été mises au point en reconstituant un milieu de culture à base de "manipueira". En vue des études en réacteur, la sélection des surfaces adhésives a été faite en pesant les pales d'agitation du réacteur avant et après la croissance. Ces études sont en cours.

### 2. 2 Etude de la production d'acide lactique par des souches de bactéries

lactiques amylolytiques (*Lactobacillus plantarum* et souches isolées de la fermentation de l'amidon aigre)

**Responsables:** Didier ALAZARD, ORSTOM, Univalle, Colombie.  
Maurice RAIMBAULT, ORSTOM, Univalle, Colombie.

Isolement et études physiologiques des bactéries lactiques amylolytiques.

Des isollements bactéries lactiques amylolytiques ont été réalisés à partir de cuves de sédimentation ou de cuves de fermentation de différentes unités d'extraction d'amidon de manioc, toutes situées dans la même zone géographique: rallanderia de La Augustina, El Porvenir, Belalcazar et Esmeralda.

Les analyses suivantes ont été réalisées sur ces différents échantillons provenant de cuves de sédimentation d'amidon:

- numération de la microflore totale
- numération de la microflore lactique
- détermination de la DCO, de la teneur en amidon et des acides organiques présents dans l'effluent.

Le tableau 1 présente la caractérisation des eaux de vidange des cuves de sédimentation des différentes rallanderias:

	Début de la vidange	Milieu de la vidange	"Mancha"
pH	3,6	3,6	2,6
DCO (mg/l)	4800	3800	21300
Amidon (mg/l)	22	39	12800
Sucres totaux (mg/l)	39	68	11430
Flore totale (UFC/ml)	$1,6 \cdot 10^{12}$	-	-
Flore lactique (UFC/ml)	$1,2 \cdot 10^9$	-	-

Tableau 1: Caractérisation partielle des eaux de vidange des cuves de sédimentation



Toutes les bactéries lactiques isolées présentent la même morphologie (bacilles) et le même type fermentaire (homofermentaire) caractéristique du genre *Lactobacillus*. Par l'utilisation des galeries API 50 CHL, ces isolats ont été caractérisés comme appartenant à l'espèce *Lactobacillus crispatus*.

Une étude physiologique comparative entre certaines souches isolées et *Lactobacillus plantarum* A6 a été effectuée. Les cinétiques de croissance, de consommation des sucres et de production d'acide lactique obtenues sont très similaires pour toutes les souches testées. Le métabolisme des souches est homofermentaire (production de  $\pm 12$  g d'acide lactique pour 19 g de glucose consommé).

Des essais de croissance des bactéries lactiques (*Lactobacillus plantarum* A6) sur l'effluent liquide, en cultures discontinues, ont été réalisées. Cependant, la faible quantité d'amidon présente dans l'effluent ne permet pas un développement significatif des souches testées. Avec la construction de colonnes simulant le procédé Transfiltre au niveau du laboratoire (pour les études de méthanisation de la fraction soluble de l'effluent), et lorsque la rallanderia pilote sera opérationnelle, permettant l'approvisionnement régulier en effluent de composition homogène, nous commencerons l'étude de la production d'acide lactique, en continu, par les bactéries lactiques fixées sur support lignocellulosique.

## 2. 3 Etude de la production d'éthanol par des levures amylolytiques

(*Schwanyomyces castelli* et levures isolées de la fermentation de l'amidon aigre)

**Responsables:** Didier ALAZARD, ORSTOM, Univalle, Colombie.

Maurice RAIMBAULT, ORSTOM, Univalle, Colombie.

Recherche et isolement de souches de levures amylolytiques: criblage en milieu liquide, recherche de souches dégradant l'amidon cru.

De nombreux essais d'isolement de levures amylolytiques ont été réalisés à partir de plusieurs cuves de fermentation (Tableau 2).

Temps de fermentation	Origine	Milieu de culture	Nombre de levures
1 jour	El Porvenir	Milieu reconstitué	18,5 10 <sup>4</sup> UFC/ml
1 jour	El Porvenir	YMA	13 10 <sup>3</sup>
3 jours	La Augustina	PDA	7 10 <sup>3</sup>
5 jours	La Augustina	PDA	24 10 <sup>3</sup>
8 jours	La Esmeralda	PDA	3 10 <sup>3</sup>
8 jours	Belalcazar	YMA	36 10 <sup>3</sup>
13 jours	La Augustina	PDA	4,5 10 <sup>3</sup>

Tableau 2: Numération des levures présentes dans les cuves de fermentation de différentes rallanderias.

L'ensemble de ces résultats de numération confirme que les différentes microflore lactique, aérobie et anaérobie évoluent peu et restent pratiquement constantes tout au long du processus de fermentation. Ceci est sans doute dû à la carence en facteurs nutritionnels essentiels dans les cuves de fermentation. De plus, les champignons filamenteux et les levures sont beaucoup moins nombreux que les bactéries.

Dans tous les cas, un seul type de levure amylolytique a pu être isolé. Cette souche qui présente un halo d'hydrolyse d'un diamètre de 13 mm lorsqu'elle est cultivée sur amidon soluble ou farine de manioc stérilisée. Cette souche ne possède cependant pas un métabolisme fermentaire. Son identification est en cours, mais il semble d'ores et déjà que nous soyons en présence d'une souche de *Trichosporum* à la différence des souches de *Trichosporum* sp.



étudiées au Brésil, il semblerait que l'espèce dominante rencontrée en Colombie soit une espèce amylolytique.

En revanche, plusieurs souches présentant un métabolisme fermentaire ont pu être isolées. Ces souches sont en cours d'identification (caractéristiques morphologiques, phénotypiques et galeries API).

Cinétique de croissance de *Schwaniomyces castelli* sur milieu à base d'amidon.

En vue d'étudier la croissance de *Schwaniomyces castelli* et la production d'éthanol par cette souche, des cultures ont été réalisées en flacons pénicilline de 125 ml et contenant 50 ml de milieu à 20 g/l d'amidon. Les flacons de culture sont placés, dans un premier temps, sur un agitateur dans une étuve à 30 °C pendant 12 heures, puis, une fois l'oxygène de la phase gazeuse épuisé, les flacons sont incubés à 30 °C sans agitation. Dans ces conditions, des rendements de production de 92 % par rapport au rendement théorique ont pu être obtenus (rendement de production d'éthanol par rapport au glucose consommé).

## 2. 4 Caractérisation détaillée des résidus liquides au Brésil.

Publication en anglais d'un ouvrage faisant le point sur les travaux réalisés au Brésil, dans ce domaine, au cours des dernières années (voir 1. 1).

## 2. 5 Caractérisation des effluents de rallanderia en Colombie.

**Responsable:** Olga ROJAS, Univalle, Colombie.

La caractérisation partielle présentée dans le précédent rapport a été complétée par des déterminations des teneurs en amidon, en sucres totaux et en acides organiques de différentes eaux de vidange de cuves de sédimentation de l'amidon (Tableau 3).

Rallanderia	Temps de sédiment.	pH	Sucres totaux	Amidon	DCO
El Porvenir	5 jours	3,4	-	128 mg/l	5262 mg/l
Belalcazar (début vid)	1 jour	3,9	39,7 mg/l	18 mg/l	4559 mg/l
Belalcazar (fin vid)	1 jour	3,8	68 mg/l	40 mg/l	3758 mg/l
Belalcazar (mancha)	1 jour	3,6	11,4 g/l	12,8 g/l	11,4 g/l

Tableau 3: Caractérisation des eaux de vidange de cuves de sédimentation de l'amidon

Bien que cette étude ne soit pas terminée en raison du retard dans la mise en fonctionnement de la rallanderia pilote de La Augustina, les données déjà acquises montrent que l'effluent à traiter ne contient qu'une très faible quantité d'amidon et de sucres métabolisables. La teneur en acides organiques de l'effluent après un jour de sédimentation a également été déterminée. Un échantillon de la rallanderia Belalcazar mélangeant les eaux de vidange et celle de la mancha renferme 0,15 g/l de glucose, 1 g/l de lactate, 0,4 g/l d'acétate et 0,2 g/l d'éthanol. Celui de la rallanderia del Porvenir, après 5 jours de sédimentation, contient 0,15 g/l de glucose, 2,5 g/l de lactate et 0,3 g/l d'éthanol. Ces résultats sont à confirmer.

## 2. 6 Digestion anaérobie

- **Etudes au laboratoire:**

a) Etudes de la méthanisation en réacteurs de différents types: Transfiltre, UASB et UASB en séparation de phases

**Responsables:** Olga ROJAS, Univalle, Colombie.

Didier ALAZARD, ORSTOM, Univalle, Colombie.

Jean-Luc FARINET, CIRAD-CA, France

Sélection d'inocula pour le démarrage des réacteurs.

Les études au laboratoire ont commencé avec la caractérisation de 5 types d'inoculum potentiel pour les réacteurs anaérobies. Deux boues de digesteurs UASB traitant des eaux domestiques, une boue provenant d'un réacteur UASB traitant les eaux d'une levurerie, une autre d'un réacteur UASB traitant les effluents d'un abattoir et les "boues" d'une petite lagune dans laquelle sont stockées, avant la vidange hebdomadaire, les eaux résiduelles issues d'une rallanderia. Les paramètres déterminés sont les suivants: matières en suspension, matières volatiles en suspension, activité méthanogène, sédimentabilité et stabilité.

Démarrage d'un réacteur à lit de boues et flux ascendant (UASB)

Un réacteur de laboratoire d'un volume utile de 2,5 litres a été construit. Il a étéensemencé avec des boues provenant d'un digesteur urbain et il est alimenté avec un effluent provenant des eaux de vidange de rallanderia. Ce réacteur est actuellement en cours d'acclimatation à son effluent.

Méthanisation de la fraction soluble de l'effluent par les bactéries fixées sur un support lignocellulosique.

Cette étude doit faire suite à l'étude de filtration qui doit être réalisée avec l'effluent de la rallanderia pilote en utilisant le support lignocellulosique sélectionné lors de l'étude hydrodynamique des supports naturels, la paille de colline. Cette étude doit permettre de déterminer la compactation du support. Ce n'est qu'ensuite que nous déterminerons, au niveau du laboratoire, le temps de rétention optimal pour la méthanisation de la fraction soluble de l'effluent.

b) Etude cinétique de la phase acidogène d'un réacteur à séparation de phases

**Responsables:** Ary FERNANDEZ Jr, Depto de Microbiologia, FCA/IB/UNESP, Brésil.

Marney CEREDA, FCA - UNESP, Brésil.

Objectifs fixés pour 1994: Mise en route d'un réacteur de laboratoire fonctionnant en phase acidogène pour le traitement anaérobie des effluents de l'industrie des farines de manioc.

Cette étude est en cours. Les conditions optimales de la conduite du réacteur seront déterminées (temps de rétention hydraulique et charge organique admissible).

#### - Etudes au niveau pilote

c) comparaison des performances des réacteurs Transfiltre, UASB horizontal et vertical installés dans une industrie de farine de manioc au Brésil

**Responsable:** Mario TAKAHASHI, IARAR, Paranaíba, PR, Brésil.

Objectifs fixés pour 1994: Mise en route et opération d'un réacteur pilote installé sur le site d'une industrie de production de farine et traitant les déchets liquides

La faculté des Sciences agronomiques (FCA) de l'Université de l'état de São Paulo (UNESP) conduit depuis 1980 des recherches sur les systèmes de traitement anaérobie des effluents liquides des industries de transformation du manioc. Les résultats obtenus au laboratoire ont rendu possible l'installation de trois unités pilote de traitement des effluents dans trois états brésiliens: São Paulo, Paraná et Minas Gerais. Les deux premières pour traiter les déchets liquides d'industries de production de farine de manioc et la dernière pour une industrie d'extraction d'amidon. Les financements pour la construction de ces unités ont été obtenus auprès d'un industriel pour l'unité de l'état de São Paulo installé sur le site pilote de production de farine de manioc du FCA, auprès de la Banque Mondiale pour l'unité de l'état de Minas Gerais, et auprès de la Banque Mondiale et de la CEE pour l'unité de traitement de l'état de Paraná. Ces unités ont une capacité de traitement de 10 à 20 m<sup>3</sup> d'effluent par jour. Les financements de l'industriel Brésilien et ceux de la Banque Mondiale n'ont pas été suffisants



pour assurer le démarrage des unités de traitement. Cependant, grâce aux efforts du FCA et d' EMATER, l' unité de traitement de Minas Gerais a pu fonctionner pendant une année et de bons résultats ont été obtenus: 80 % d' abattement de la DCO d' un effluent chargé à 6000 mg/l de DCO.

L' unité du Párama a été construite en 1992 et 1993. Elle est constituée par deux réacteurs de type lit de boues à flux ascendant (UASB) fonctionnant en séparation des phases acidogène et méthanogène. Deux réacteurs de méthanisation ont été construits, l' un vertical et l' autre horizontal. Les cuves de sédimentation et de fermentation acide sont communes aux deux réacteurs de méthanisation. Cette installation pilote est suffisante pour traiter les eaux de l' usine de production de farine de manioc qui traite 30 à 50 tonnes de tubercules de manioc par jour. Au cours de la fermentation acide, un agent neutralisant du commerce ( $\text{CaSO}_4$ ) est ajouté de façon à obtenir un pH de 5,5 à 6,0 qui permet la meilleure stabilisation de la matière organique, principalement de l' amidon, sous la forme de sels d' acides organiques. L' effluent du réacteur d' acidification est ensuite divisé en deux parties afin d' alimenter les deux réacteurs de méthanisation. Les deux réacteurs de méthanisation fonctionnent par différence de niveaux, ainsi ils ne nécessitent pas de pompes d' alimentation. Les réacteurs de méthanisation ont été inoculés avec du fumier de vache et après une phase d' adaptation, ils sont en cours de fonctionnement.

Coût du réacteur vertical: 320 US \$ /  $\text{m}^3$  de déchets

Coût du réacteur horizontal: 190 US \$ /  $\text{m}^3$  de déchets

Coûts de l' installation	US \$
Bassin de décantation	549
Bassin de stabilisation	142
Réacteur d' acidification	1305
Réacteur de méthanisation vertical	1991
Réacteur de méthanisation horizontal	2222
Total	6209

d) Installation d' une unité Transfiltre - Etude de la capacité de filtration d' un support naturel

**Responsables:** Jean-Luc FARINET, CIRAD-CA, France.

Olga ROJAS, Univalle, Colombie.

L' étude de caractérisation hydrodynamique des supports, qui a permis de sélectionner la paille de colline comme biofiltre pour la suite des travaux, doit être suivie par l' étude de la capacité de filtration de ce support. La colonne de filtration a dû être modifiée à cet effet. Cette étude sera conduite sur le site de la rallanderia pilote lorsque celle-ci fonctionnera de manière régulière.

## 2. 7 Impact des résidus sur l' environnement et les sols

**Responsable:** Silvio J. BICUDO, FCA/UNESP, Brésil.

Cette ligne de travail a été définie lors de la réunion de janvier et nous ne disposons d' aucun élément pour ce rapport.

### Conclusions

Bien que les activités présentent toujours un retard certain par rapport au calendrier établi lors de l' élaboration du projet, le programme dans son ensemble me semble en bonne voie de réalisation. La réunion de janvier au CIAT a permis, d' une part la rencontre des différents partenaires du projet et d' autre part, d' harmoniser les activités de recherche entre les participants.

Les études de laboratoire ont démarré avec la réception des équipements qui faisaient encore défaut. Toutes les techniques de mesure et d' analyses ont été standardisées.

Enfin, en ce qui concerne le futur réacteur Transfiltre à installer sur le site de la rallanderie pilote, notre partenaire du CIRAD-CA a obtenu un crédit extérieur pour financer partiellement la construction du réacteur. Il nous a également fourni les plans d'un réacteur de capacité moyenne de façon à ce que nous puissions, sur place, contacter d'éventuels constructeurs.

Publications durant la période

Communications à des congrès

ROJAS, O., TORRES, P. et ALAZARD, D., 1994. The process of starch extraction from cassava: a typical case of rural agroindustry with a high pollution potential. Int. Meeting on cassava flour and starch, 11-15 January, CIAT, Cali, Colombia.

CEREDA, M. P., et TAKAHASHI, M., 1994. Overview of characterization and treatment wastes and by-products from Brazilian Cassava Processing Industries. Int. Meeting on cassava flour and starch, 11-15 January, CIAT, Cali, Colombia.

Posters

WOSIACKI, G., KIRCHNER, C. L. et MENDES, M., 1994. Surface fermentation of *Trichosporon* sp. in KCN-containing synthetic media. Int. Meeting on cassava flour and starch, 11-15 January, CIAT, Cali, Colombia.

WOSIACKI, G., KIRCHNER, C. L., MENDES, M. et KANUNFRE, C., 1994. Surface fermentation of *Trichosporon* sp. in nitrogen- and phosphate enriched manipuera. 6 Int. Meeting on cassava flour and starch, 11-15 January, CIAT, Cali, Colombia.

WOSIACKI, G., SICHIERI, V., CEREDA, M. SILVA, R. et BRUNS, R. E., 1994. Optimal conditions for submerged fermentation of *Trichosporon*. Int. Meeting on cassava flour and starch, 11-15 January, CIAT, Cali, Colombia.

WOSIACKI, G., SICHIERI, V., CEREDA, M. SILVA, R. et BRUNS, R. E., 1994. Submerged fermentation of *Trichosporon* sp. synthetic media part I. Influence of carbon, nitrogen and phosphate. Int. Meeting on cassava flour and starch, 11-15 January, CIAT, Cali, Colombia.

GOTIN, G., REYES, A., OBANDO, G., ROJAS, O., FARINET, J.L. et ALAZARD, D., 1994. Características hidrodinámicas de soportes naturales potencialmente utilizables en biofiltración. Int. Meeting on cassava flour and starch, 11-15 January, CIAT, Cali, Colombia.



Opération n° 3

Bioconversions des farines et amidons de manioc

Responsable scientifique : Dr. M. RAIMBAULT - ORSTOM

**VALORISATION DES PRODUITS, SOUS-PRODUITS ET DECHETS DE LA  
PETITE ET MOYENNE INDUSTRIE DU MANIOC EN AMERIQUE LATINE**  
Contrat CEE / STD3 , n°: TS3\*- CT92-0110

**Opération n° 3 : Bioconversions de farines et amidons de manioc**

**Responsable scientifique : Maurice RAIMBAULT**

Période

du : 01 / 11 / 93

au : 30 / 04 / 94

Rappel des objectifs spécifiques de l'opération:

L'objectif général de l'opération n° 3 consiste à étudier la possibilité de réaliser des bioconversions de farines de manioc pour obtenir de nouveaux produits pour l'industrie alimentaire. Cette étude comporte 3 volets d'activités:

1. Fermentation en milieu solide du manioc par *Rhizopus* pour obtenir des farines à usage alimentaire (ORSTOM, UNIVALLE, UFPR/Curitiba)).

2. Fermentation lactique de farines de manioc par des bactéries lactiques amylolytiques pour la production de biomasses lactiques alimentaires (ORSTOM, UNIVALLE, CIRAD, UBA).

3. Biosynthèse de polysaccharides produits par des bactéries lactiques et leurs effets sur les propriétés physico-chimiques et organoleptiques des farines de manioc (CIRAD, ORSTOM, UNIVALLE).

Avancement des travaux et Résultats obtenus durant la période:

**Activité n° 1: Fermentation en milieu solide du manioc par *Rhizopus* pour obtenir des farines à usage alimentaire.**

Les travaux se déroulent essentiellement à l'Université del Valle à Cali conjointement par l'ORSTOM et UNIVALLE, et d'autre part à l'Université Fédérale du Parana à Curitiba au Brésil.

**1. 1- UNIVALLE/ ORSTOM - Cali**

Les travaux portent sur les études de la bioconversion par fermentation en milieu solide de farines de manioc à partir de souches de *Rhizopus* ayant la capacité d'attaquer l'amidon cru.

Au cours de la période écoulée, les travaux réalisés par Cristina RAMIREZ, Allocataire de Recherche Orstom à CALI, ont porté sur :

- la mise au point d'une technique permettant d'obtenir des granules de farine de manioc d'un faible contenu bactérien et d'un degré de gélatinisation défini permettant de comparer la croissance de différentes souches de *Rhizopus* sur amidon cru et sur amidon gélatinisé.

Les résultats obtenus les plus significatifs et originaux concernent d'une part l'effet des traitements sur le taux de contamination des farines par les bactéries, les levures et champignons; d'autre part l'application de la méthode de WOTTON (1971) pour mesurer le degré de gélatinisation des farines ayant subi des traitements thermiques différents. Il a été ainsi montré que l'on peut obtenir

une farine de manioc débarrassée de contaminants microbiens sans augmenter significativement le degré de gélatinisation de l'amidon de manioc. Ces résultats ont été présentés sous forme de deux Poster (ref. 1 et 2) et d'une communication orale (ref. 3) lors du Séminaire International sur les farines de manioc au CIAT en Janvier 94.

Les conclusions de cette partie de l'étude indiquent que :

- la méthode de WOOTON et al. permet de mesurer simplement et avec une bonne reproductibilité un degré de gélatinisation des farines de manioc ayant subi des traitements physiques ou thermiques.

- Les farines de manioc contenant environ 9% d'eau conservent un degré de gélatinisation très faible (inférieur à 6% ) après des traitements thermiques, microondes ou autoclave. Par contre leur contenu microbien devient rapidement très faible.

- En augmentant la teneur en eau des farines de manioc, on obtient des courbes de gélatinisation allant de 10 à 100% en fonction de la température (fig.1), ou de la puissance des micro-ondes. (fig. 2).

Parallèlement, les matériels de chromatographie, et accessoires d'automatisation aont été installés au Laboratoire de Bioconversion de l'Université del Valle et sont désormais fonctionnels et fonctionnent de façon très satisfaisante pour les études de respirométrie des cultures de *Rhizopus* sur farines de manioc en fermentation solide.

Il est donc désormais possible de disposer de farines de manioc crues ou gélatinisées utilisables pour la sélection de souches de *rhizopus* et l'étude de la biosynthèse de protéines et d'amylases à partir de manioc . Les produits fermentés seront caractérisés pour l'optimisation des bioconversions en vue de la biosynthèse de protéines ou/et d'enzymes à usage alimentaire.

## 1.2- Université de CURITIBA (Brésil):

Les travaux réalisés à l'Université de **Curitiba** au Brésil, par le Dr. Carlos SOCCOL et Vania SONOGA, Professeur dans cette Université portent plus particulièrement sur l'évaluation des potentialités d'enrichissement en protéines et en métabolites d'intérêt alimentaire (acide lactique, fumarique, alcool) les aliments et farines de manioc disponibles au Brésil. Là aussi, ce sont les souches de *Rhizopus*, champignons filamenteux d'intérêt alimentaire, fréquemment utilisé dans les fermentations traditionnelles, qui sont utilisées et étudiées.

Les activités de cette période ont porté sur:

- La préparation d'une chambre de fermentation (2m x 2,5m x 2,5m) carrelée, avec contrôle de température et d'humidité, stérilisation par UV et aménagée en étagères et plateaux de cultures pour Fermentation solide.

- La préparation de la matière première: A partir de 100 Kg de racines de manioc, il a été préparé 25 Kg dun granulé de manioc cru tamisé entre 0,8 et 2 mm.

- La sélection de deux souches de *Rhizopus* ( *R. oryzae* 28627, et *R. arrhizus* 34612) pour la croissance sur farine brute

En attendant la mise en place de matériel du respirométrie dont la mise en route prévue en juin a été reportée en octobre, les essais de culture en plateaux de différentes épaisseurs seront réalisés pour déterminer la hauteur limite en fonction de l'évolution de la température et de la teneur en protéines. Par la suite, une comparaison sera faite avec la culture en réacteur de type colonne avec contrôle de l'aération et suivi de la fermentation par respirométrie.

Les farines fermentées par *Rhizopus* seront séchées à 60°C et la composition déterminées



GRAFICO N° 1

GRADOS DE GELATINIZACION A DIFERENTES TEMPERATURAS Y HUMEDADES

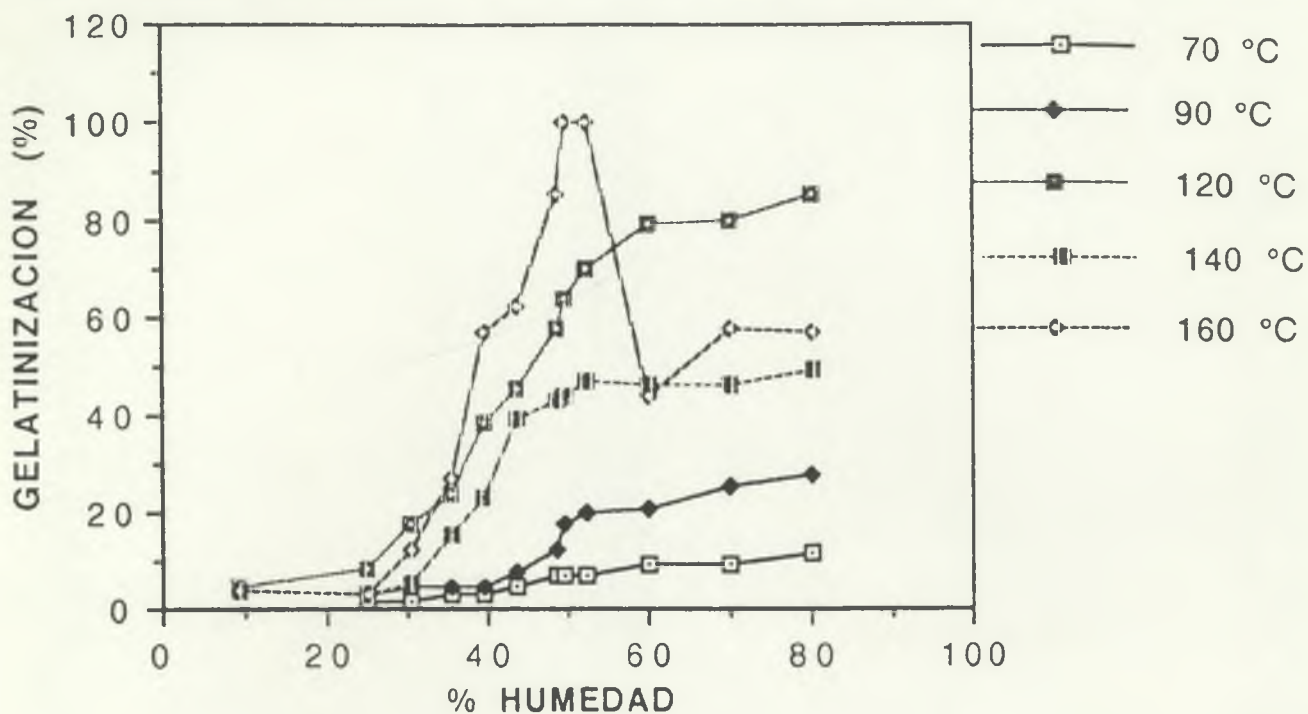
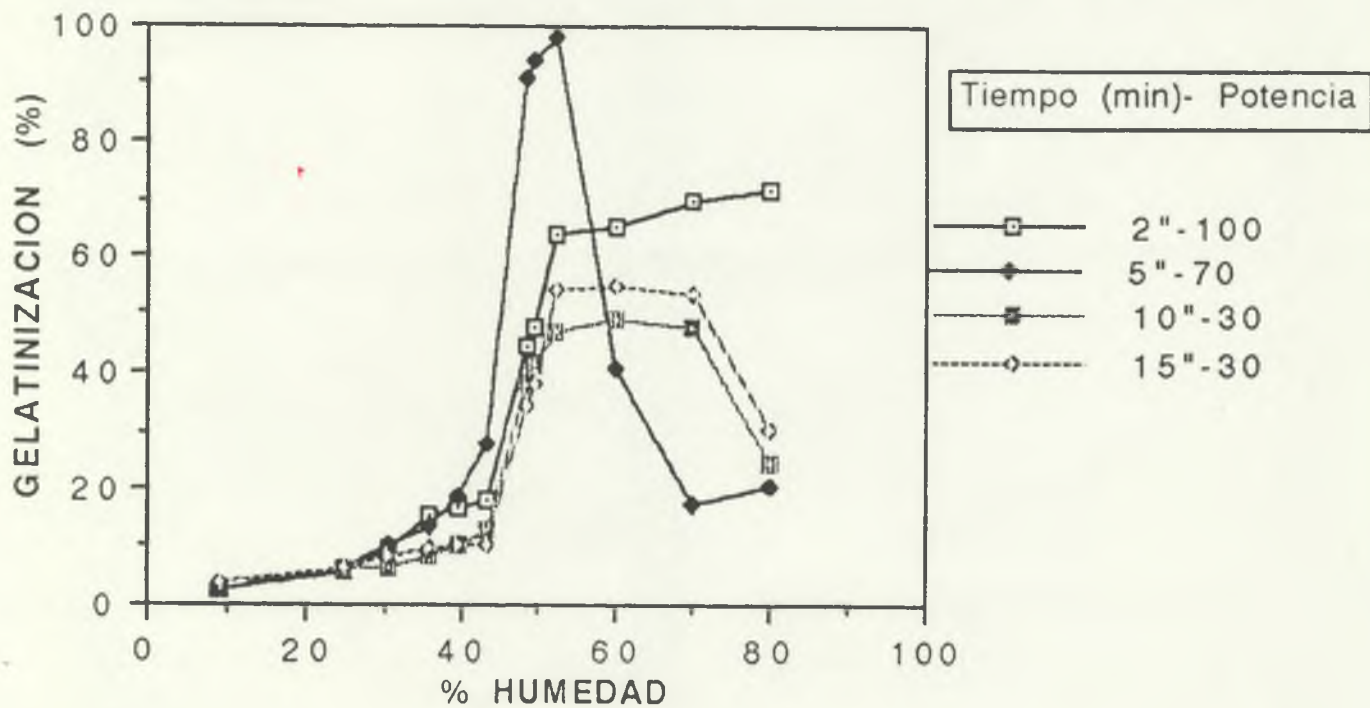


GRAFICO N°2

GRADOS DE GELATINIZACION A DIFERENTES POTENCIAS Y HUMEDADES





(protéines, amidon consommé, métabolites, contenu microbiologique). L'évaluation des propriétés fonctionnelles, physico-chimiques et nutritionnelles sur animaux de laboratoire, conservation des farines fermentées, seront réalisées en collaboration avec l'Université de Campinas, Sao Paulo.

## Activité n° 2 : Fermentation lactique de farines de manioc par des bactéries lactiques amylolytiques pour la production de biomasses lactiques alimentaires.

L'objectif général de cette étude consiste à étudier la fermentation lactique de suspensions de manioc (seul ou en association avec des farines de céréales ou de légumineuses). Les souches de *Lactobacillus* amylolytiques, de *Lactococcus* et de *Leuconostoc* sont sélectionnées pour leurs capacités à hydrolyser l'amidon de manioc, à produire des substances à activités bactéricides contre les germes pathogènes du tractus intestinal ou à développer des arômes caractéristiques. Il s'agit de développer de nouveaux produits alimentaires pour les régions chaudes où la disponibilité de lait est déficitaire, mais l'amidon abondant, de manière à améliorer l'hygiène et l'alimentation infantile.

Ces recherches sont menées conjointement par l'Orstom et Univalle à Cali, mais aussi à Montpellier, ainsi que par l'Université de Buenos Aires.

### 1-Univalle / ORSTOM à Cali:

a). **Carmen Elvira Barney** a isolé un cinquantaine de souches de bactéries lactiques à partir de différents biotopes de manioc fermenté et du système digestif humain. Ces souches ont été criblées pour leurs activités bactéricides contre les germes pathogènes typiques des maladies intestinales infantiles.

Dans un premier temps les isolats ont été testés par la méthode directe des spots sur les germes pathogènes suivants:

- *Salmonella parathifi* A
- *Staphylococcus aureus*
- *Listeria monocytogenes*
- *Bacillus cereus*
- *E. coli* O126B15 et O127B8
- *Enterococcus* sp.

Plus de la moitié ont montré une zone d'inhibition très forte sur les germes testés autour des colonies de bactéries lactiques cultivées sur MRS et recouvert de milieu gélosé contenant le pathogène.

Actuellement les travaux consistent à appliquer sur les isolats actifs, le test des disques ou puits contenant le surnageant de culture sur les cultures des pathogènes en boîte de pétri. Cela permettra de détecter les souches lactiques pouvant produire des substances de type bactériocines. Dans le cas contraire on cherchera à définir si l'activité bactéricide est due à la présence d'acide lactique ou au pH ou à la présence de catalase.

Si l'on met en évidence la présence de bactériocines actives sur des pathogènes tels que *E. coli*, ou *Listeria monocytogenes*, on cherchera à purifier et caractériser les substances actives.

On cherchera à définir les conditions d'inhibition des isolats lactiques contre les coliformes et pathogènes intestinaux.

Parmi les souches lactiques les plus actives contre les germes pathogènes, on testera leurs capacité à adhérer aux tissus épithélium et leur résistance aux sels biliaires.

Les activités bactéricides seront précisées (hyperoxydes, pH, acide lactique, biocines).

Par ailleurs il est prévu de rechercher des souches ayant de bonnes capacités d'adhésion au tissu épithélial intestinal de façon à sélectionner des souches pouvant s'implanter durablement dans le tractus intestinal.

Une thèse de maîtrise en Microbiologie est préparée par **Carmen Elvira Barney** ( bourse Orstom; fonctionnement Univalle).

b). L'étude physiologique de la croissance et l'optimisation de la production de biomasse de bactéries lactiques amylolytiques (*Lactobacillus plantarum* Orstom A6) est réalisée par **Sneyder Rodriguez** de façon à disposer des techniques de production massive de ces bactéries sur milieux à base de manioc complété par des peptones ou farines de soja.

Les travaux développés concernent la mise au point d'un milieu de culture simple, composé essentiellement de farine de manioc et de farine de céréales ou de légumineuses tropicales permettant d'obtenir un milieu de culture à forte teneur en protéines (puisque les bactéries lactiques nécessitent des sources d'azote organique pour croître efficacement). On suit particulièrement la croissance cellulaire et on cherche à réduire la biosynthèse d'acide lactique. On cherche également à travailler en milieu propre, mais pas obligatoirement stérile (pasteurisation) pour juger de l'effet de la fermentation lactique contrôlée sur le taux de contamination naturelle et sur la diminution des germes pathogènes.

En cultures batch (pH non contrôlé) de la souche *L. plantarum* A6 amylolytique, différents milieux de culture ont été testés, montrant que la farine de manioc non gélatinisée ne permet pas une aussi forte production d'acide lactique que la farine gélatinisée lors de l'autoclavage, dans ces conditions de culture.

Actuellement on réalise une optimisation du rapport C/N du milieu de culture en erlenmeyer pour définir la proportion de peptone de soja nécessaire pour obtenir le meilleur rendement de production de biomasse à partir de 20 g/l de farine de manioc. Par la suite les essais se dérouleront en fermenteur Setric de 2 litres avec contrôle du pH pour l'augmentation des concentrations du milieu de culture en conservant le C/N optimum constant. On cherchera alors à vérifier si le contrôle du pH permet de favoriser l'hydrolyse de l'amidon cru, comme cela a été montré par E. Giraud à Montpellier (cf. liste publication).

Par la suite on étudiera l'effet de la fermentation lactique sur l'inhibition des contaminants naturels et pathogènes dans les farines de manioc et de soja non stérilisées. Ceci dans l'optique d'améliorer les pratiques traditionnelles de fermentation alimentaires ou la conservation d'aliments produits industriellement.

## 2- ORSTOM Montpellier:

Dans un premier temps, une étude a été réalisée pour connaître l'aptitude de la souche de *Lactobacillus plantarum* A6 à dégrader l'amidon de manioc cru a été réalisée. Elle a conduit à démontrer le rôle essentiel du contrôle du pH dans le processus de biosynthèse d'amylase et d'hydrolyse des grains d'amidon non gélatinisés. Le fait que les bactéries lactiques puissent dégrader efficacement l'amidon cru n'avait pas été montré jusqu'alors. Une publication est en cours de rédaction à ce sujet.

A Montpellier, Eric GIRAUD travaille avec un étudiant de DEA (Alain CHAMPAILLER) sur les cultures mixtes de bactéries lactiques en vue de la mise au point de starters lactiques composites, adaptés aux substrats amyloacés tels que le manioc. Les études portent également sur les associations de plusieurs souches lactiques présentant des caractéristiques complémentaires (amylolyse, biocines, arômes).

Pour cette étude on travaille en milieu stérile à base de manioc, sels minéraux et peptone de soja. On utilise comme souches modèles d'interaction pour le starter composite 3 souches sélectionnées pour leurs complémentarité:



- *Leuconostoc mesenteroides* (productrice d'arôme, résistante à la nisine)
- *Lactococcus lactis* ( productrice de nisine)
- *Lactobacillus plantarum* A6 (amylolytique)

Les travaux ont démarré en septembre 1993. Les souches ont été obtenus auprès des différents laboratoires américains, et les techniques spécifiques mises au point (MPN, microplaques, ATB, sucres et enzymes...)

Pour chaque souche le profil de fermentation en milieu amylicé est établi (suivi de la population lactique, acide lactique, acétique, éthanol, nisine et l'amylase).

On appliquera ensuite le même protocole pour les souches cultivées 2 par 2 et ensuite les 3 souches en co-culture. On appréciera l'effet des taux d'inoculation spécifiques, du pH initial, de l'effet bactériocine et de l'amylase.

Cette étude doit nous conduire à modéliser les effets synergiques des souches et leur résistance à la contamination d'une part et à l'effet inhibiteur - protecteur de starters lactiques composés sur la contamination des aliments fermentés traditionnellement à partir de produits amylicés.

Une demande de bourse de thèse pour la réalisation d'une thèse de doctorat par Alain CHAMPAILLER, a été demandée au Ministère Français de la Recherche et Enseignement Supérieur.

### 3- U.B.A.- Buenos Aires:

Le Dr. J-L. PARADA et la Professeur Suzana de FABRIZIO développent les études de sensibilité des souches sélectionnées aux phages :

- la susceptibilité des souches sélectionnées comme ferments lactiques à des phages isolés de biotopes naturels ou des fabriques d'amidon.
- l'obtention de mutants résistants dans le cas de sensibilité à des phages. Détermination du nombre d'unités formant des zones de lyse et l'efficacité de l'application des phages sur les starters. L'étude de l'inactivation des bactériophages par des traitements thermiques et chimiques a été réalisée dans la période précédente.
- la recherche de l'existence ou non de phages spécifiques pour ces mêmes souches à partir de surnageants des fermentations naturelles, "*manipuera*", et résidus d'extraction d'amidon de manioc. A ce sujet, l'équipe argentine souhaite recevoir des échantillons de différentes fabriques de Colombie et du Brésil, et a rédigé une note de recommandation pour la préparation de ces échantillons.

D'autre part cette équipe a démarré une étude de fermentation lactique de suspension d'amidon de manioc complétement par du lait pour apporter les compléments protéiques et lipidiques nécessaires en vue de l'élaboration d'une boisson acidulée.

Ces recherches sont réalisées sur les souches isolées du manioc fermenté qui ont été transmises à l'UBA pour ce travail, par l'ORSTOM pour la souche de *Lactobacillus plantarum* A6, et par le CIRAD/SAR pour les souches isolés en Colombie.

### Activité n° 3 : Effet de polysaccharides produits par des bactéries lactiques sur les propriétés fonctionnelles et organoleptiques des farines de manioc.

Carlos Figueroa, étudiant Colombien, réalise une étude sur la recherche de souches lactiques productrices de polysaccharides (homo ou hetero) dans le cadre d'une thèse de doctorat en France au laboratoire de Microbiologie du Professeur Pourquoi de l'INA-PG à Paris . Après une première étape d'étude bibliographique il a sélectionné certaines souches et étudie leur physiologie, les mécanismes de biosynthèses de polysaccharides, leur caractérisation biochimique et enfin les condi-

tions de production de ces polysaccharides.

Les principaux résultats obtenus portent sur:

- La mise en évidence de souches productrices d'hétéropolysaccharides: 3 ou 4 souches de *Lactobacillus plantarum* ont été choisies à partir des 47 souches étudiées (la majorité des *Lactobacillus plantarum*) provenant de fermentation du manioc colombien, dont 9 souches sont productrices de polysaccharides.

- caractérisation des souches sélectionnées et plus particulièrement de la souche 35-B de la collection CIRAD/CIAT.

- production et caractérisation biochimique des exo-polysaccharides produits par cette souche cultivée sur milieu MRS complété en sucrose, glucose ou maltose à 20 g/l.

### Conditions de réalisation de l'opération n° 3 du programme:

#### *Equipements:*

Désormais la totalité des équipements prévus pour l'opération ont été acquis. Tous sont installés et fonctionnent à l'Université del Valle dans le laboratoire de Bioconversion désormais fonctionnel pour la réalisation des études de fermentations solides et lactiques prévues. Le dispositif livré à Curitiba devrait être installé en octobre prochain, après l'installation d'une chambre de culture pour fermentation solide avec contrôle de température et humidité en cours de réalisation.

#### *- Missions et Séminaires:*

Une mission d'appui réalisée par Eric GIRAUD à CALI, à l'occasion du séminaire organisé en janvier au CIAT a permis de vérifier le fonctionnement du fermenteur Setric acquis sur des fonds ORSTOM pour la fermentation lactique contrôlée, de transférer des méthodologies de culture et dosages enzymologiques utilisées à Montpellier, et de former des étudiants colombiens.

### Conclusions et recommandations.

On peut dire que désormais le programme est en phase de production scientifique, que les moyens sont mis à la disposition des chercheurs et que les résultats scientifiques commencent à arriver, certains mêmes sont assez encourageants.

En particulier, en ce qui concerne l'objectif de produire des nouvelles boissons lactiques à partir de suspensions d'amidon par des bactéries lactiques amylolytiques, il semble que les informations obtenues permettent d'envisager dès à présent la mise en œuvre d'études technologiques et microbiologiques destinées à la définition d'une nouvelle boisson acidulée qui pourraient être développée par des industriels en Amérique Latine.

Pour cela nous sollicitons un complément de moyens en particulier pour la mise à disposition de personnels complémentaires:

- Une bourse de post-doctorat pour Monsieur Laurent Segueilha au laboratoire de Bioconversion de l'Université del Valle pour travailler dans l'équipe animée par l'Orstom à compter de janvier 1995.

- Une bourse de Doctorat pour Alain Champailier qui participe au programme CEE depuis un an au laboratoire de l'Orstom à Montpellier et étudie les interactions microbiennes entre les bactéries lactiques, puisqu'il s'avère que les procédés de fabrication de produits lactiques font intervenir au moins 2 souches sinon 3 en règle générale.

- Une bourse de Doctorat pour Patrice Billard qui étudierait les aspects techniques et économiques d'un procédé de fabrication d'une boisson lactique basé sur les résultats déjà acquis par l'Orstom et le Cirad dans le domaine de la fermentation du manioc.



Liste des résultats publiés ou en cours de publication.

- RAIMBAULT M.- "Alimentos amilaceos infantiles en el tropico".- Conf. Présentée au séminaire "Carbohidratos" à Quito (Equateur) 4-6 oct. 1993; 8 pages
- RAMIREZ TORO Cristina, STOUVENEL Aida de , RAIMBAULT Maurice . "Effect of Physical treatments on Microflora content in Cassava flour". Poster présenté au Séminaire sur le manioc au CIAT en Janvier 1994 - Cali, Colombie
- RAMIREZ TORO Cristina, STOUVENEL Aida de , RAIMBAULT Maurice. "Determination of the rate of gelatinization in Cassava flour". Poster présenté au Séminaire sur le manioc au CIAT en Janvier 1994 - Cali, Colombie
- RAIMBAULT M., RAMIREZ TORO C., GIRAUD E., SOCCOL C. and SAUCEDO G.- "Fermentation process in Cassava Bioconversion". Conférence présentée lors du séminaire sur le manioc au CIAT en Janvier 1994 - Cali, Colombie. 10 pp.
- GIRAUD E, CHAMPAILLER A.& RAIMBAULT M.- " Fermentation of the crude cassava starch by Lactobacillus plantarum A6, an amymolytic latic acid bacteria". J. Apllied Microbiol. (en cours de rédaction)
- RAMIREZ C., RAIMBAULT M. STOUVENEL A. - "Rapid determination of the gelatinization of cassava starch in processed flour: effect of heat, UV radiation and micro waves at different content of water on the gelatinization and contaminant microflora". J. Food Science and Technol. (en cours de rédaction).

Opération n° 4

Amélioration des propriétés fonctionnelles  
des farines et amidons de manioc

Responsable scientifique : Dr. G. CHUZEL - CIRAD

**PROJET CEE****RAPPORT D'ACTIVITES SEMESTRIEL PAR OPERATION****NOVEMBRE 1993-AVRIL 1994****VALORISATION DES PRODUITS, SOUS-PRODUITS ET DECHETS DE LA PETITE ET  
MOYENNE INDUSTRIE DU MANIOC EN AMERIQUE LATINE****Contrat CEE/STD3 n° TS3\*-CT92-0110****Opération n°4 : AMÉLIORATIONS DES PROPRIETES FONCTIONNELLES DES FARINES ET  
AMIDONS****Responsable Scientifique : Dr Gérard Chuzel, CIRAD/SAR- UNESP, Botucatu, Brésil*****RAPPEL DES OBJECTIFS SPECIFIQUES DE L'OPERATION***

L'objectif principal de cette opération est de renforcer les marchés existants des dérivés du manioc ou d'ouvrir des débouchés pour des produits nouveaux à base de manioc en améliorant les propriétés fonctionnelles des farines et amidons de manioc pour mieux répondre aux exigences des utilisateurs existants ou potentiels.

Les travaux de recherche conjoints entre institutions des Pays en Développement et Industrialisés visent également à renforcer les capacités scientifiques et techniques de nos partenaires locaux sur des technologies nouvelles appliquées au dérivés du manioc, comme les techniques d'hydrolyses enzymatiques, de réacteurs à membrane, d'automatisme et contrôle des processus biologiques, de texturation et formulation.

***TRAVAUX EXECUTES DURANT LA PERIODE******ACTIVITES :*****1. HYDROLYSES ENZYMATIQUES D'AMIDON DE MANIOC****1.1. Production de sirops de glucose**

Responsable du projet : Pfr Claudio Cabello, Departamento de Quimica, UNESP Bauru

Le pilote de saccharification est terminé équipé de son système d'acquisitions et de commandes :  
- captation de données en ligne (principalement des températures et des pH) et des données hors lignes (composition de l'hydrolysât en sortie de saccharification)



- commande des actionneurs par convertisseur A/D (trois pompes péristaltiques et une résistance de chauffage).

Cet équipement opérationnel permet à présent de mettre en oeuvre l'optimisation en continu du procédé au travers des études suivantes qui sont en cours de réalisation :

- Importance relative des quatre facteurs de commandes (débit de la suspension d'amidon, débit d'enzyme, températures de liquéfaction et de dextrinisation), avec éventuellement un cinquième en jouant sur la concentration initiale en amidon sur les variables réponses (taux résiduel d'amidon, composition de l'hydrolysât, énergie consommée...) en utilisant la méthodologie des surfaces de réponse,
- Etude de la dispersion de la composition du produit fini au cours du temps, pour permettre d'évaluer la qualité de la régulation ultérieurement mise en place,
- Définition d'une fonction objectif prenant en compte une pondération des différents facteurs retenus sur le plan technique et économique,
- Recherche d'un modèle simple de représentation du procédé ; décrivant le régime permanent, il est envisagé, dans un premier temps, un modèle linéaire liant la température de gélatinisation, le temps de séjour dans le liquéfacteur, la concentration en enzyme avec la composition en sucres réducteurs de l'hydrolysât obtenu,
- Etude de la dynamique du système en réponse à des perturbations.

Le Pfr Claudio Cabello a réalisé un séjour de un mois en France au CIRAD-SAR en Février dernier pour suivre une actualisation sur l'automatisation des bio-procédés, discuter de son programme de recherche et voir comment l'intégrer dans la perspective d'un post-doctorat en France qui devrait pouvoir être mis en place courant 1995.

## 1.2. Hydrolyse enzymatique en réacteur à membrane

Responsable du projet : Pfr Gilbert Rios, Génie des Procédés, USTL, Montpellier

Les hydrolyses de suspension d'amidon de manioc à une concentration de 20 % sont effectuées en pilote de filtration sur membrane avec trois préparations enzymatiques commerciales de chez Novo Nordisk, présentant des conditions optima d'activité différentes :

- Termamyl à 90 °C avec un pH entre 5.7 et 7.0,
- Maltogénase et Promozyme à 60 °C avec un pH entre 5.0 et 5.5.

Les enzymes sont utilisées sous forme libre, avec des membranes au seuil de coupure de 50 kD permettant de retenir entièrement les enzymes dans le pilote. Les conditions de fonctionnement du pilote sont une pression transmembranaire de 1.0 bar et une vitesse tangentielle de 3.0 m/s.

L'amidon de manioc gélatinisant entre 60 et 70 °C, une température de 70 °C permettrait d'utiliser simultanément les trois enzymes malgré leur différence de thermosensibilité et de s'affranchir ainsi d'une série de chauffages et refroidissements. Les travaux ont donc porté sur l'étude de la viabilité de cette alternative. Les performances entre une telle hydrolyse à 70 °C (Termamyl + Promozyme + Maltogénase) et une hydrolyse à 60 °C (Promozyme + Maltogénase) d'un amidon préalablement liquéfié en portant à ébullition la suspension en présence de Termamyl ont été comparées. Il s'avère que :

- dans les deux cas les débits de filtrats sont similaires et faibles, de l'ordre de 35 l.h.m<sup>2</sup> de surface filtrante, après deux heures de filtration, le débit diminuant en permanence,
- la quantité de sucres réducteurs se stabilisent rapidement au bout d'une heure de filtration, à environ à 150 g/l dans le cas de l'amidon liquéfié et à 120 g/l sur l'amidon natif, mais en utilisant des concentrations en enzymes dix fois supérieures que pour l'amidon liquéfié.

L'utilisation de membranes avec un seuil de coupure à 150 kD permet de porter le débit de filtrat à 55 l/h.m<sup>2</sup>, stable sur une durée de cinq heures. Les phénomènes de colmatage se produisant durant l'hydrolyse semblent suffisants pour éviter des pertes significatives d'enzymes durant l'hydrolyse, dans la mesure où l'activité enzymatique dans la boucle de filtration se maintient durant tout l'essai. Un surdosage en enzymes permet d'obtenir au bout d'une heure un taux d'hydrolyse

élevé qui se maintient tout au long de l'hydrolyse conduisant à l'obtention d'un filtrat contenant environ 165 g/l de maltose.

A partir de ces résultats, il est prévu d'optimiser les concentrations en enzymes nécessaires pour obtenir l'hydrolysât de composition souhaitée, de faire des essais en pilote avec des concentrations en amidon supérieures à celle de 20 % initialement retenue (de 30 à 40 %) et enfin de procéder à la fixation des enzymes de manière à pouvoir utiliser des membranes avec des seuils de coupure supérieurs à ceux utilisés jusqu'à présent.

### 1.3. Production de cyclodextrines

Responsable du projet : Dr Gérard Chuzel, CIRAD-SAR, UNESP, Botucatu

Les travaux ont porté d'une part sur la mise au point d'une technique analytique de dosage et d'identification des cyclodextrines par chromatographie liquide de haute performance et d'autre part sur la définition des conditions de liquéfaction de la suspension d'amidon avant cyclisation.

#### *Dosage des cyclodextrines*

Le matériel utilisé est une HPLC de chez LDC Analytical avec un détecteur réfractométrique, dont l'acquisition a été faite par l'UNESP dans le cadre du présent contrat. Cet équipement a été monté en Janvier dernier et un technicien de l'UNESP a été spécialement formé à cette technique et à l'utilisation du système multivoies d'acquisition et d'intégration des chromatogrammes (Programme CHROMA).

La colonne utilisée est une colonne BIORAD Aminex HPX-42A permettant la séparation des oligosaccharides de degrés de polymérisation de 1 à 10.

La séparation des trois cyclodextrines est réalisée sans problème quelque soient les conditions expérimentales retenues. Par contre, en présence de glucose et de maltose, la séparation des trois cyclodextrines avec les deux sucres est plus difficile. Pour éviter une superposition des pics, il convient d'opérer dans des conditions expérimentales différentes :

- à 70 °C, avec un débit de la phase mobile de 0.5 ml/min pour pouvoir séparer les pics du glucose et de la  $\beta$ CD
- aux conditions limites de la colonne (85 °C, débit de 0.8 ml/min) pour pouvoir séparer le maltose et de la  $\gamma$ CD ; si la concentration en maltose est élevée, la différenciation s'avère encore difficile.

De même, en présence de dextrines, l'analyse par HPLC montre une série de pics correspondants aux sucres de DP de 1 à 10 et présentant des temps de rétention voisin des cyclodextrines : celui de la  $\alpha$ CD voisin du sucre de DP6, celui de la  $\gamma$ CD proche du maltose et maltotriose, seule la  $\beta$ CD présente un temps de rétention éloigné de celui des sucres que la colonne peut détecter.

Les conditions d'élimination des sucres avant analyse sont recherchées en utilisant différents systèmes enzymatiques ( $\beta$ -amylase, amyloglucosidase, peroxydase....), en s'assurant qu'ils ne dégradent pas les cyclodextrines.

Les résultats obtenus à ce jour permettent d'ores et déjà de doser sans problèmes les  $\alpha$ CD et les  $\beta$ CD. Les travaux se poursuivent pour le dosage des  $\gamma$ CD, dans la mesure où les amyloglucosidases utilisées jusqu'alors attaquent les cyclodextrines.

#### *Liquéfaction de l'amidon*

Compte tenu des DE recherchés (inférieurs à 5), la détermination des sucres réducteurs par la méthode de Somogy et Nelson pour le calcul du DE est relativement imprécise. La colonne utilisée étant capable de séparer les sucres de DP entre 1 et 10, il est possible, en supposant que la réponse du réfractomètre est proportionnelle à la masse et non à la nature du composé, ce qui a été vérifié avec le glucose et le maltose, de connaître la quantité de sucres réducteurs de DP de 1 à 10 puis de calculer un "DE HPLC" spécifique à ces oligosaccharides.

Outre le fait de pouvoir calculer un "DE HPLC" présentant une meilleure confiabilité, cette méthode permet également de connaître la concentration en glucose et maltose qui sont inhibiteurs de la réaction de cyclisation ainsi que la proportion relative des sucres réducteurs de degré de polymérisation supérieurs à 10.



Des essais de liquéfaction ont donc été réalisés avec différentes  $\alpha$ -amylases commerciales (Novo, Solvay, produites localement...), CGT-ase (Amano) sous différentes conditions. Les résultats obtenus permettent de connaître les conditions expérimentales permettant d'obtenir un "DE HPLC" entre 25 et 1, en jouant principalement sur le type d'enzyme et sa concentration.

Dans la mesure où la CGT-ase dont nous disposons, de la firme japonaise Amano Pharmaceutical produit principalement des  $\alpha$ CD et des  $\beta$ CD, nous pouvons d'ores et déjà mener une série d'essais de production de ces deux cyclodextrines en fonction de différentes conditions expérimentales (concentration en amidon, en enzymes, DE...). Nous souhaiterions pouvoir tester d'autres CGT-ases, mais il est très difficile de se les procurer, aussi est-il envisagé de mettre en place un programme propre d'isolement et de sélection de souches adaptées à l'amidon de manioc.

## 2. PRODUITS EXTRUDES

### 2.1. Produits expansés naturels

Responsable du projet : Pfr Marney Cereda Pascoli, UNESP Botucatu

Différentes formulations d'un pre-mixed ont été testées pour la préparation de pains traditionnels à base de *povilho azedo* en utilisant les ingrédients suivants :

- *biscoito de povilho*, à base d'amidon fermenté, de graisse végétale hydrogénée et de sel,
- *pão de queijo*, plus élaboré, avec outre les ingrédients déjà mentionnés, de la fécule de manioc, de la poudre de lait, du fromage et de la poudre d'oeufs.

Les conditions d'utilisation des pre-mixed ainsi obtenus ont également été étudiées (préparation de la pâte, conditions de cuisson...).

Ces études préliminaires ont permis de vérifier la faisabilité d'un tel produit et de jeter les bases du programme de travail restant à mener :

- analyse sensorielle (nature des tests, choix des indicateurs, formation du panel...)
- évaluation et mise au point de différentes formulations,
- estimation de la durée de vie du pre-mixed (activité de l'eau, choix d'un emballage...)
- suivi de l'évolution du produit en conditions réelles de stockage.

### 2.2. Extrusion de farines ou amidons de manioc

Responsable du projet : Pfr Asuncion Aguinaga, UNIVALLE, Cali

Les extrudeurs disponibles au niveau laboratoire au Brésil (ESAL, Lavras) et au niveau pilote en Colombie (Univalle) viennent seulement d'être remis en état. Les travaux conduits par le Département de Mécanique d'UNIVALLE sur la remise en état de l'extrudeur monovis existant ont permis néanmoins de définir les principes de conception et construction d'un extrudeur à bas coût. Par ailleurs, des contacts ont été établis avec l'Instituto de Investigaciones Tecnológicas de l'Université Polytechnique de Quito (Pfra Dra Jeny Ruales) qui souhaiterait s'associer au projet en travaillant sur les farines de manioc produites localement ; un programme de travail complémentaire de celui retenu à UNIVALLE a été discuté et va démarrer en juin prochain. Enfin, dans l'optique de la valorisation de sous-produits de la farinha (*farelo*) et de la fécule de manioc (*bagasso*), qui sont riches en fibres, une série d'essais d'extrusion de ces produits est envisagée.



### 3. PRODUCTION DE SUCCEDANES DE MATIERE GRASSE

#### 3.1. Utilisation de maltodextrines pour l'industrie carnée

Responsable du projet : Pfra Asuncion Aguinaga, UNIVALLE, Cali

Les conditions obtenues au niveau du laboratoire lors de l'étude sur les conditions d'obtention de maltodextrines ont été vérifiées à une échelle plus importante pour pouvoir disposer de quantités suffisantes au niveau des essais de fabrication de saucisses.

Le problème qui reste à résoudre reste en fait la qualité microbiologique de l'amidon de manioc, qui dans les conditions de production colombienne, ne remplit les normes minimales d'hygiène. Un certain nombre de travaux ont été mis en place pour voir comment les installations artisanales existantes seraient à même de produire un amidon ayant les critères requis (lavage des racines, traitement préalable de l'eau d'extraction, manipulation du produit au cours du procédé, conditions de séchage et d'entreposage...).

En l'état actuel, l'amidon utilisé pour l'obtention de maltodextrines est un amidon commercial produit à l'échelle industrielle.

Différents essais ont été programmés pour d'une part comparer les caractéristiques des maltodextrines ainsi obtenues par rapport aux produits existants sur le marché et d'autre part évaluer leurs performances dans la fabrication de saucisses.

#### 4.2. Mise au point de dérivés physiques de l'amidon de manioc

Responsable du projet : Dr Paul Colonna, INRA Nantes

Les travaux se sont poursuivis sur la compréhension des mécanismes de transformation de l'amidon et de leur cinétique au cours de traitements thermiques à faible hydratation.

##### *- Caractérisation d'amidons de manioc*

La caractérisation d'amidons de manioc d'origine colombienne et thaïlandaise a été faite sur le plan structural (morphologie du grain et cristallinité) et physico-chimique (température et enthalpie de gélatinisation) à l'aide de diverses techniques : microscopie photonique, granulométrie laser, diffraction des rayons X, Analyse enthalpique différentielle. Les résultats obtenus montrent des différences mineures entre les lots.

Ce travail se poursuit par la détermination de la teneur en amylose par dosage ampérométrique à l'iode, de la distribution des poids moléculaires de l'amylose et l'amylopectine par chromatographie d'exclusion sérique et de la susceptibilité des grains d'amidon à une attaque  $\alpha$ -amylasique.

##### *- Influence des paramètres de traitement hydrothermique sur les propriétés structurales et physico-chimiques*

Le procédé de transformation utilisé est un traitement thermique simple en bain thermostaté, dont les deux variables étudiées sont la température et la teneur en eau initiale des amidons, la durée du traitement ayant été fixée à une heure pour s'assurer que l'état d'équilibre a été atteint.

En préalable, les diagrammes de fusion de l'amidon de manioc ont été établis par AED pour différentes hydratations données (teneurs en eau entre 20 et 80 %). Les thermogrammes obtenus ont permis de mettre en évidence les transitions de fusion de l'amidon et la complexité du phénomène de gélatinisation, notamment dans des conditions limitantes de teneur en eau où deux endothermes sont observés. Les températures caractéristiques de ces transitions ont permis de définir les couples hydratation/température des traitements hydrothermiques :

- teneurs en eau de 60 et 55 %, 50 et 35 % et 30 %, considérées respectivement comme élevées, intermédiaires et faibles,

- températures correspondants pour chaque niveau d'hydratation retenu aux températures de sommets de pics et de fins de pics des deux endothermes du thermogramme.

Pour chaque échantillon, le degré de gélatinisation et l'état cristallin de l'amidon ainsi modifié ont été évalués par différentes méthodes complémentaires.

Les résultats obtenus ont donc permis de montrer les changements d'états structuraux de l'amidon à des températures correspondant aux transitions de phase observées en AED. En particulier, les transitions de phases de l'amidon observées à des teneurs en eau intermédiaires correspondent à un passage progressif d'un état ordonné vers un état désordonné.

Actuellement, une ébauche d'un diagramme de phases précisant les zones d'existence des différents états de l'amidon ayant lieu lors de différents traitements hydrothermiques est en cours d'élaboration.

Une fois ce diagramme de phase complété, l'influence des autres variables (temps, cisaillement.....) en fonction des procédés mis en oeuvre (micro-ondes, cuisson-extrusion) pourra être étudiée sur d'une part les propriétés structurales de l'amidon et d'autre part les propriétés fonctionnelles (consistance, fermeté...).

Opération n° 5

Etudes de marchés et débouchés pour les nouveaux  
produits dérivés du manioc

Responsable scientifique : Dr. G. HENRY - CIAT



## INFORME SEMESTRAL DE ACTIVIDADES POR OPERACION

*(Esta hoja y las tres siguientes serán presentadas en el tamaño oficio doblado y los mismo para la "parte H" del Anexo II del contrato principal).*

### VALORIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS, SUB-PRODUCTOS Y DESECHOS DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA EN LA AMERICA LATINA CONTRATO CEE/STD3 No.TS3\*-CT92-0110

Operación(1): Estudios de mercados para  
nueve productos derivados de la yuca.  
Responsable Científico: DR. GUY HENRY

Periodo (2)  
De: 01/11/93  
A: 30/04/94

Recordar los objetivos específicos de la operación:

- (1) Identify and analyze the major limiting factors in traditional cassava product processing and markets in NE and SC Brazil.
- (2) Assess the potential of new and/or improved cassava product markets in selected parts of Brazil.

Trabajo realizado durante el período(3):

In NE Brazil two Rapid Rural Appraisals were conducted i.e. Bahia and Ceara for a first characterization of farinha de mandioca processing. Based on these, formal survey questionnaires were developed and refined.

Primary data collection for the farinha consumption study in 3 urban areas of Ceara was completed.

Primary data collection of the sour starch industry in Minas Gerais was completed. Interviews for farinha marketing study in Ceara were also completed. Surveying of the sweet starch industry in Sta. Catarina and Parana have been completed.

Actividad(4):

Further discussion and meetings were held to attempt organize/revise studies on:

- (1) Diagnostic study on farinha processing in Bahia with collaborators of CNPMF-UFB.
- (2) Study to analyze the potential of cassava sweet starch in Brazil, was developed in collaboration with the Instituto de Economia Agricola in Sao Paulo.
- (3) A study proposal was developed with USP in Sao Paulo to assess government impact on the Brazilian cassava sector.
- (4) Follow-up study proposals were developed to further analyze, in case studies, of selected (small and medium sized) sour starch factories in Minas Gerais and Sta. Catarina together with UNESP and CIRAD-SAR.

The body of this report treats EC-STD3#5. I will discuss each of the different studies currently underway in CS and NE Brazil. The list and make-up of the studies is referred to in my summary of the collaborators meeting at CIAT on 13/1/94 and reported to CIRAD coordinators (FAX 1/3/94).

## EC-STD3#5 STUDIES IN CEARA & BAHIA

### (1) Assessment of Casa de Farinha in Ceara:

A preliminary questionnaire has been developed by Raimundo & Walter, which I discussed and commented on. It seems that EMATER is currently less involved in emergency activities in the state and therefore could possibly start to collaborate in the field. Sample size will be derived from the work already done by student Rosemeiry Melo for her thesis. Walter will send me a new work schedule and budget. Official letter by Walter with study proposal will be send to EMATER president to solicit collaboration. Field work will start July-August 1994.

### (2) Assessment of Casa de Farinha in Bahia:

After trying for more than a year to organize this study at CNPMF with sociologist Maria das Gracas SENA coordinating and in collaboration with the Escolha de Agronomia (UFB), we had to decide that this has proven not to be feasible for several reasons. Relationships have been rather sensitive since then. I hope that there will be a possibility to include at least some part of this study with the UNDP project (at a marginal cost).

### (3) Farinha Consumption in Ceara (UFC thesis):

Preliminary results and analyses were discussed with the relevant UFC professor. Collected info proves to be very valuable. There are still some problems with the consumption function modelling. The student gets little econometric support at UFC. Some help is needed from Economia de Yuca at HQ. Detailed comments and suggestions have been sent to student and UFC professor. A preliminary report is envisioned for aug/sept. I do hope that some of these important results can be presented at the Congreso.

### (4) Cassava product commercialization in Ceara (UFC thesis)

Primary data collection has been finished. I discussed the proposed methodologies for analyses with student and prof. However, it was made rather clear by the latter that he didn't fancy any proper quantitative analyses. There seems to be a little problem there!! I made detailed written comments to both. Preliminary report is envisioned for October 1994.

### (5) Demand potential for dried cassava and farinha in Ceara (UFC thesis):

Technical data and info has been gathered. Economic data is currently being gathered. I changed the format and organization of the study somewhat in discussion with the student. I wrote detailed comments to student and prof. Again, little desire to do some econometric analyses besides the bare basics. A preliminary report is envisioned for October 1994.



## EC-STD3#5 STUDIES IN CENTRAL & SOUTH BRASIL

### (6) Study of sour starch cassava industry in Minas (UNESP)

A first draft report has been written by Vilpoux et al. With the various feed back a final report is envisioned for June 1994. Some conclusions include that the major limitations of the industry are: insufficient raw material, labor scarcity, and insufficient operational capital. Further problems regard toxic waste disposal and low product price. A major effort was done in generating this valuable first report.

Vilpoux is currently feeding back the most relevant info to the industry. There has been a major complaint by the industry of attending many visits (NRI!) but never receiving any feedback info in return. French Collaboration person Emmanuel is currently studying several case industries for additional detailed follow-up info, under guidance of Vilpoux (and Sautier?), with funding from CIRAD (Sautier).

### (7) Study of the sour Starch industry in Parana and Sta Catarina (Universidad de Ponta Grossa, FUEPG):

Collaborator Fabio de Mello gave a short presentation on preliminary findings from several (11) industries in two parts of Parana. It was recommended that he pay much more attention to the process-technical aspects, and problem identification of the industry.

Future activities in remaining parts of Parana and the whole of Sta. Catarina were discussed. It seems that EPAGRI has showed genuine interest to collaborate. UNESP would discuss with the latter how to organize and formalize this possible collaboration between UNESP-Fabio-EPAGRI. It was agreed that Fabio would enter in Sta Catarina as the specific resource person, helping to set-up and later on analyze the data. EPAGRI is to identify students for the field work. Further feed-back on progress is necessary.

### (8) Study of the sweet starch industry in Parana, Sta Catarina, Sao Paulo and Mato Grosso (UNESP):

Data collection in Parana and Sta Catarina have finished but still need to be analyzed and written up. Vilpoux has committed himself to collect data etc. in Sao Paulo (5) at the end of May/June, and in Mato Grosso (6) in June. He envisions a first draft report by July/August.

### (9) Study of the farinha industry in Sao Paulo, Parana and Sta Catarina (UNESP):

This activity has proven to be still somewhat of a problem, both in terms of collaboration, organization, man-power, time & money.

We would like to find collaborators in each of the states with UNESP as the pivot coordinator. However, we are running out of time & money. Vilpoux will take this up again with Chuzel and Cereda to look at possible options. As such, further feedback is needed on how we can do anything here.



(10-11) Study of the current & future demand for cassava starches and farinha in South Brazil (UNESP-IEA):

A study proposal was written by Vilpoux and Celso Vegro (Instituto de Economia Agricola de SP) which was discussed on two occasions. Although a major effort was put into this proposal, I had to propose some major changes, given time and objectives of our Operation #5 regarding target audiences. In the discussions with CV we attempted to prioritize the product groups of interest and possible methods for analyses. CV had initially proposed to do a very (appropriate but too) detailed assessment per product. This would imply a major investment in time and money, which we don't have. Moreover, we will not need the level of detail as was proposed, but rather a relative assessment per product group. This will be at this stage of the project, and for the specific objectives we follow, be sufficient. Further detail may be useful at a later point in time (in close collaboration with the wishes of private industry).

I wrote a detailed set of recommendations and comments to Vilpoux and Vegro that can form the basis to adjust the proposal. Once finalized, the proposal can be sent off for possible donors, as have already been identified. For start up, we have some limited funds from UNESP and maybe my budget. It was concluded that an adapted proposal would be sent around for feed-back as soon as possible. It looks that Vegro has a genuine interest to participate in the short run, but also in the future.

(12) Assessment of government policy impact on the cassava sector in Brazil (USP):

Initially it was visualized that Izabel C Takitane could do this study as part of her course at USP under (CIAT Board member) Fernando Homem de Melo. However, De Melo will not give his course this year. In a meeting with De Melo (and Takitane) at USP I proposed that we find a student if De Melo was willing to collaborate with the student. De Melo consented. We developed a one-page "flyer" announcing the possibility of such thesis research under De Melo, to be diffused in the department. Vilpoux will help Takitane with the final draft, then to be sent to De Homem for his comments, with a cover letter from me introducing Vilpoux as the co-coordinator (in-situ). I feel that it is an important (political) move to involve De Melo in this cassava project, now and for the future.

(13) In-depth follow-up of selected cassava sour starch factories in Minas Gerais (Colaboracion Francesa)

This has been treated as part of study No. (6).

#### ADDITIONAL EC-STD3#5 ISSUES

With Olivier and Marney I brought up an issue that needs to be addressed with anticipation. This regards the packaging, product type, target audiences and flow of information from the studies.

With the large number of studies under way, we can look forward to generate a large number of study reports (15+) that contain masses of info, but are not

likely to be written in a form that will be user friendly for the different audiences. Since in the end, new information is only valuable if it is read by the right people in a timely manner. Hence, I took the responsibility to write a guideline that can serve our collaborators know beforehand how to package their information. This will make our final job easier diffusing relevant information to preselected target groups i.e. STD3 technologists, other relevant cassava researchers and managers, relevant private industry, political decision makers, scientific world at large, and last but not least, our donor (EC). I hope to have a draft for comments in a month. A revised version will then be sent to all our collaborators (hoping for the best). In addition, I would feedback to OV and MC with some suggestions for the kind of papers that could be written (from Operation #5 studies) for the Congreso de Mandioca in Salvador (11/94).

In conclusion, I want to commend the numerous collaborators on their efforts. Especially for the coordinators, this project has not gone without many complications. We are well under way, and we can look forward to several sets of highly relevant info for different audiences. The conception of the CENTRO RAIZES TROPICAIS (for details see attached Bulletin) at UNESP can hopefully take full advantage of the various collaborations that were started under this EC-STD3 project, and make our efforts more sustainable for the future.